

Rec'd PCT/PTO 07 MAR 2005  
PCT/NL 03 / 00618  
Rec'd PCT/PTO 07 MAR 2005 (#2)

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

Bureau voor de Industriële Eigendom



REC'D 13 OCT 2003

WIPO PCT

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 5 september 2002 onder nummer 1021400,  
ten name van:

**NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST-  
NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK TNO**  
te Delft

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze en inrichting voor het bepalen van een faseovergang van een stof",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 25 september 2003

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,  
voor deze,

Mw. I.W. Scheevelenbos-de Reus

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

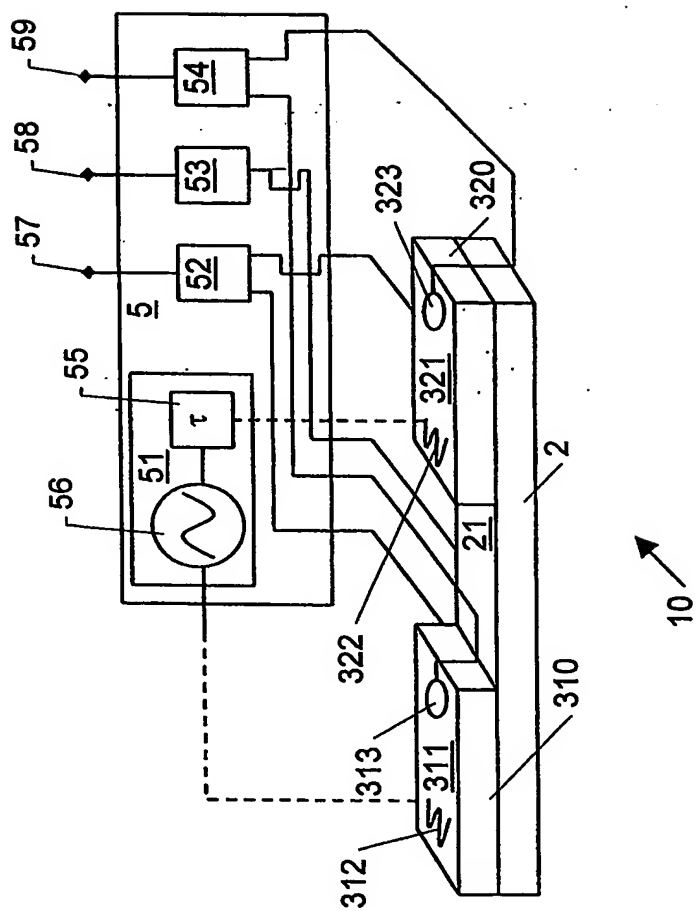
1121400

B. v.d. I.E.

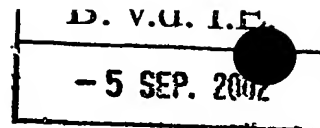
- 5 SEP. 2002

# UITTREKSEL

Werkwijze voor het bepalen van een faseovergang van een stof, omvattende: genereren van een eerste meetsignaal door het meten van een stofwaartse warmtestroom; genereren van een in faseverschoven meetsignaal dat ten opzichte van het eerste meetsignaal in fase verschoven is; bepalen van een verschilsignaal tussen het eerste meetsignaal en het faseverschoven meetsignaal en het bepalen van de faseovergang indien een eigenschap van het verschilsignaal aan een vooringestelde voorwaarde voldoet.



1021400



P59499NL00

**Titel: Werkwijze en inrichting voor het bepalen van een faseovergang van een stof**

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze en een inrichting voor het bepalen van een faseovergang van een stof.

Uit de Amerikaanse octrooipublicatie 4 579 462 zijn een inrichting en werkwijze voor het bepalen van het dauwpunt van een gas bekend. Het

5 dauwpunt is de temperatuur waarbij uit een gas waarin zich waterdamp bevindt waterdamp condenseert. In de '462 publicatie is beschreven dat het gas langs een oppervlak van een thermisch geleidend lichaam geleid wordt, terwijl de temperatuur van het lichaam veranderd wordt, om een condensaat te vormen op het oppervlak van het thermisch geleidend lichaam.

10 Vervolgens wordt de warmtestroom langs het oppervlak bepaald. Als de warmtestroom een vooraf bepaalde grootte heeft, wordt het dauwpunt bereikt en wordt de bij het dauwpunt behorende temperatuur van het oppervlak bepaald.

In de '462 publicatie is een uitvoeringsvorm beschreven met een

15 tweetal warmtestroommeters die grenzend aan een warmtebad geplaatst zijn. Middels een koelelement en een warmtebron kan de temperatuur van de warmtestroommeters gevarieerd worden, waardoor het dauwpunt bepaald kan worden. Een eerste van de warmtestroommeters wordt daarbij op een enigszins hogere temperatuur gehouden dan een tweede van de warm-

20 testroommeters, doordat de tweede warmtestroommeter via een thermische weerstand met de eerste warmtestroommeter is verbonden. Door het temperatuurverschil bereikt één van de meters eerder het dauwpunt dan de andere meter. Uit het samengestelde signaal van beide meters kan dan het bereiken van het dauwpunt afgeleid worden. De bij het dauwpunt behorende

25 temperatuur wordt gemeten met een thermometer op die warmtestroommeter waar als eerste de waterdamp condenseert.

Een nadeel van de bekende inrichting en werkwijze is dat de faseovergang en/of de bij de faseovergang behorende temperatuur onvoldoende

nauwkeurig kan worden bepaald. Door de thermische weerstand die de beide meters verbindt reageert de tweede warmtestroommeter namelijk langzaam op veranderingen in de warmtestroom. Een snelle verandering in de warmtestroom, bijvoorbeeld door een snelle condensatie, wordt hierdoor niet  
5 gedetecteerd.

Het is een doel van de uitvinding het genoemde nadeel te ondervangen. Daartoe voorziet de uitvinding in een werkwijze volgens conclusie 1.

Met een werkwijze volgens de uitvinding kan nauwkeurig een faseovergang en/of de bij de faseovergang behorende temperatuur worden be-  
10 paald, omdat de snelheid waarmee de warmtestroommeter kan reageren niet door een thermische weerstand buiten de warmtestroommeter is beperkt.

De uitvinding heeft eveneens betrekking op een inrichting volgens conclusie 8. Een dergelijke inrichting kan snel op veranderingen in de  
15 warmtestroom reageren en daardoor nauwkeurig het dauwpunt bepalen.

Opgemerkt wordt dat uit de Europese octrooipublicatie 0 542 582 A1 een werkwijze en inrichting voor het bepalen van het dauwpunt bekend zijn, die overeenstemmen met de uit de genoemde Amerikaanse publicatie bekende werkwijze en inrichting. De uit deze '582 publicatie bekende werkwij-  
20 ze en inrichting hebben dan ook de nadelen die aan de uit de '462 bekende inrichting en werkwijze kleven.

Specifieke uitvoeringsvormen van de uitvinding zijn neergelegd in de afhankelijke conclusies. Verdere details, aspecten en uitvoeringsvormen van de uitvinding worden hierna besproken aan de hand van de in de tekening  
25 weergegeven figuren.

Fig. 1 toont schematisch een perspectiefisch aanzicht van een voorbeeld van een eerste uitvoeringsvorm van een inrichting volgens de uitvinding.

Fig. 2 toont een eerste simulatie van de ontwikkeling in de tijd van:  
30 de temperatuur van de condensatieoppervlakken, de met een werkwijze vol-

gens de uitvinding bepaalde dauwpuntstemperatuur en het verschil in warmtestroom tussen de condensatieoppervlakken bij een sinusoidale variatie van de verwarming van het condensatieoppervlak van een inrichting volgens de uitvinding.

5        Fig.3 toont een tweede simulatie van de ontwikkeling in de tijd van: de temperatuur van de condensatieoppervlakken, de met een werkwijze volgens de uitvinding bepaalde dauwpuntstemperatuur alsmede het verschil in warmtestroom tussen de condensatieoppervlakken bij een zaagtandvormige variatie van de verwarming van de condensatieoppervlakken van een in-  
10    rrichting volgens de uitvinding.

Fig. 4 toont schematisch een bovenaanzicht van een tweede voorbeeld van een uitvoeringsvorm van een inrichting.

Fig. 5 toont schematisch een zijaanzicht van een derde voorbeeld van een uitvoeringsvorm van een inrichting volgens de uitvinding.

15        Fig. 6 toont schematisch een stroomschema van een voorbeeld van een werkwijze volgens de uitvinding.

In fig. 1 is een voorbeeld van een inrichting volgens de uitvinding getoond. De inrichting 1, die in het navolgende met 'sensor' wordt aangeduid, omvat een koelelement 2. Een tweetal warmtestroommeters 310,320 be-  
20    vindt zich in thermisch contact met het koelelement 2. In het getoonde voorbeeld liggen de warmtestroommeters 310,320 op een bovenzijde 21 van het koelelement 2. Een regelcircuit 5 is communicatief verbonden met de warmtestroommeters 310,320 en het koelelement 2. De inrichting bevindt zich in een ruimte die is gevuld met een gas waarvan het dauwpunt moet worden  
25    bepaald.

In het getoonde voorbeeld zijn de warmtestroommeters identiek en hebben de warmtestroommeters 310,320 elk een condensatieoppervlak 311,321. De condensatieoppervlakken zijn van een thermisch goed geleidend materiaal en staan in direct contact met het gas. Als de condensatieoppervlakken een temperatuur hebben die met het dauwpunt van het gas over-  
30    vlakken een temperatuur hebben die met het dauwpunt van het gas over-

eenkomt of lager is dan het dauwpunt, zal op de condensatieoppervlakken waterdamp condenseren. Uit het gas komt dan warmte vrij door de condensatie van de waterdamp. De warmtestroom uit het gas kan gedetecteerd worden, waardoor het moment van bereiken van het dauwpunt kan worden  
5 bepaald. Op elk van de condensatieoppervlakken 311,321 ligt een temperatuursensor 313,323 die de temperatuur van het betreffende oppervlak kan meten, zodat door de temperatuur te meten op of nabij het moment van bereiken van het dauwpunt ook de dauwpuntstemperatuur kan worden bepaald. De condensatieoppervlakken 311,321 hebben elk een elektrisch verwarmings-  
10 element 312,322. De verwarmingselementen 312,322 worden aangestuurd door het regelcircuit 5 middels een, met stippellijnen aangegeven, communicatieve verbinding met een signaalgenerator 51.

Het bovenvlak 21 van koelelement 2 wordt door het koelelement 2 gekoeld, waardoor de temperatuur van het bovenvlak in hoofdzaak constant is.  
15 In het getoonde voorbeeld wordt de temperatuur van het bovenvlak 21 onder de minimale dauwpuntstemperatuur gehouden door het koelelement 2. In het getoonde voorbeeld is het koelelement 2 zodanig ingesteld dat het contactoppervlak van de warmtestroomstroommeters 310,320 met het koelelement 2 op een temperatuur van 20 graden Celsius gehouden wordt. Het  
20 koelelement 2 is verbonden met een koelregelinrichting 53 in het regelcircuit 5. De koelregelinrichting 53 kan middels een poort 58 worden ingesteld of verbonden worden met andere elektronische componenten.

Het is ook mogelijk om, met koelelement, de temperatuur van het bovenvlak te laten variëren, waarbij dan de verwarmingselementen de variabele koeling van het bovenvlak bijregelen. Het koelelement fungeert dan als  
25 een grove temperatuurregeling voor de condensatieoppervlakken, die door de verwarmingselementen wordt verfijnd.

De verwarmingselementen 312, 322 van de condensatieoppervlakken 311,321 worden aangestuurd door het regelcircuit 5. De signaalgenerator 51  
30 omvat een oscillator 56 die een sinusvormig signaal afgeeft. Een eerste uit-

gang van de oscillator 56 is verbonden met het eerste verwarmingselement 312. Een tweede uitgang van de oscillator 56 is verbonden met het tweede verwarmingselement 322 via een faseverschuiver 55. Door de faseverschuiver 55 wordt de tweede verwarming 312 op gelijke wijze, maar in fase verschoven, aangestuurd als het eerste element.

Door de faseverschuiving zal bij afkoeling of opwarming van de oppervlakken een van de twee condensatieoppervlakken eerder het dauwpunt bereiken dan het andere condensatieoppervlak. Hierdoor zal het verschilsignaal tussen de gemeten warmtestromen veranderen waardoor het dauwpunt kan worden bepaald. Bij een kleine faseverschuiving is het verschilsignaal klein, maar zal het bij bereiken van het dauwpunt een relatief grote verandering vertonen, waardoor het dauwpunt eenvoudig kan worden gedetecteerd.

In het getoonde voorbeeld wordt het door de verwarmingselementen geleverde vermogen zodanig aangestuurd door het regelcircuit 5, dat de temperaturen van de condensatieoppervlakken variëren tussen de minimale en maximale dauwpuntstemperatuur. In het voorbeeld van fig. 1 is het vermogen dat de verwarmingselementen 312,322 in gebruik leveren zo ingesteld dat de temperatuur van de condensatieoppervlakken 311,321 tussen de 20 graden Celsius en de 90 graden Celsius varieert.

In het voorbeeld in fig. 1 zijn de warmtestroommeters verbonden met een differentiecircuit 52 dat het verschilsignaal kan bepalen en vergelijken met een, vooraf ingestelde, eigenschap van het verschilsignaal die met het dauwpunt is geassocieerd. Voor het bepalen van de dauwpuntstemperatuur zijn de temperatuursensors 313,323 verbonden met een thermisch meetelement 54. Het thermisch circuit 54 kan door het differentiecircuit worden aangestuurd, zodat bij het bereiken van het dauwpunt automatisch een signaal dat de dauwpuntstemperatuur representeert wordt afgegeven aan een met het thermische circuit verbonden port 59. Het differentiecircuit 52 is tevens verbonden met een port 57 voor het afgeven van een signaal op het



moment dat het dauwpunt wordt bereikt. De port 57 kan bijv. zijn verbonden met een signaleringsinrichting voor het afgeven van een voor mensen waarneembaar signaal, zodat bij het bereiken van het dauwpunt bijv. een operator van een bakproces kan waarnemen dat het dauwpunt bereikt is.

5        Fig. 2 toont een simulatie van de temperaturen  $T_{\text{plaat1}}$ ,  $T_{\text{plaat2}}$  van de condensatieoppervlakken 311,321, de dauwpuntstemperatuur  $T_{\text{dauw}}$  en het verschil  $dQ$  in warmtestroom tussen de condensatieoppervlakken bij een sinusoidale variatie van het verwarmingsvermogen van de verwarmings-  
10        elementen 312,322. De temperatuur van de condensatieoppervlakken varieert eveneens sinusvormig met een maximum van 57 graden en een minimum van 47 graden Celsius. Tevens is de dauwpuntstemperatuur  $T_{\text{dauw}}$  getoond. De dauwpuntstemperatuur  $T_{\text{dauw}}$  vertoont een stapsgewijze toename. Tussen de tijdstippen 0 en 17 seconden ligt de dauwpuntstemperatuur op 50 graden Celsius, tussen de tijdstippen 17 en 38 op 54 graden Cel-  
15        sius, tussen de tijdstippen 38 en 54 seconden op 59 graden Celsius en na 54 seconden op 44 graden Celsius.

      In de simulatie is de sinusvormige variatie zodanig dat in de tijdsinterval tussen het tijdstip 0 seconden en 38 seconden, de dauwpuntstemperatuur tussen de minimale en maximale temperatuur van de condensatieop-  
20        pervlakken ligt. In de tijdsinterval tussen de 38 seconden en 54 seconden ligt de dauwpuntstemperatuur boven de maximale temperatuur van de condensatieoppervlakken, terwijl na 54 seconden de dauwpuntstemperatuur onder de minimale temperatuur van de condensatieoppervlakken ligt.

      Zoals in fig. 2 is getoond, vertoont het warmtestroomverschil  $dQ$  een  
25        gepiekt verloop als de dauwpuntstemperatuur tussen de minimale en maximale temperatuur van de oppervlakken ligt, anders gezegd bij het bereiken van de dauwpuntstemperatuur vertoont het warmtestroom-verschil  $dQ$  een stapsgewijze verandering. Wanneer de dauwpuntstemperatuur boven maximale temperatuur van de oppervlakken ligt vertoont het warmtestroomverschil  $dQ$  een sinusvormig verloop met een grote amplitude, terwijl  
30        stroomverschil  $dQ$  een sinusvormig verloop met een grote amplitude, terwijl

het warmtestroomverschil nagenoeg constant, in fig. 2 vrijwel nul, is als de dauwpuntstemperatuur onder de minimale temperatuur van de oppervlakken ligt, en in bijvoorbeeld zoals in fig. 2 een periodiek, sinusvormig, verloop kan vertonen met een zeer kleine amplitude.

5 Bij een sinusvormig variatie van de verwarming kan zodoende eenvoudig worden bepaald of de dauwtemperatuur boven, tussen of onder de temperatuurvariatie van de condensatieoppervlakken ligt, door de vorm van het verschilsignaal te bepalen. Bijvoorbeeld kan met behulp van een Fourier-transformatie worden bekeken of het warmtestroomverschilsignaal  
10 meerdere frequentiecomponenten omvat en dus het dauwpunt binnen de temperatuurvariatie ligt, zoals in het voorbeeld tussen het tijdstip 0 en 38 seconden het geval is. Als het verschilsignaal in hoofdzaak slechts een frequentiecomponent omvat ligt de dauwpuntstemperatuur daarentegen buiten de temperatuurvariatie van de condensatieoppervlakken, zoals in fig. 2  
15 tussen de 38 seconden en 80 seconden het geval is. Als de dauwpuntstemperatuur buiten de temperatuurvariatie ligt, kan door bestudering van de amplitude van het verschilsignaal worden bepaald of de dauwpuntstemperatuur boven of onder de temperatuurrange valt.

De eigenschap van het verschilsignaal die met het dauwpunt is geassocieerd kan bij een sinusvormige variatie, zoals in fig. 2, worden ingesteld  
20 op de aanwezigheid van scherpe pieken of stapsgewijze overgangen in het verschilsignaal, zoals vlak voor en op het tijdstip 10 seconden in fig. 2.

Fig. 3 toont een simulatie van de temperatuur van de condensatieoppervlakken 311,321; het warmtestroomverschil en de dauwpuntstemperatuur als functie van de tijd bij een zaagtandvormige variatie van de verwarming. Het warmtestroomverschil  $dQ$  is dan constant, met een pulsvormige uitslag bij het bereiken van het dauwpunt, zoals in de figuur rond tijdstippen 10, 20, 30s is weergegeven. Bij een zaagtandvormige variatie van de verwarming kan het dauwpunt eenvoudig gedetecteerd worden bijvoorbeeld  
25  
30 door een pulsdetector met een off-set. De off-set kan dan worden ingesteld

op grootte van de constante component van het warmtestroomverschil, in fig. 3 is dit ongeveer 4,5 milliWatt.

Het in fig. 4 getoonde voorbeeld van een sensor 11 heeft een warmtestroommeter 300 die door een koelelement 2 wordt gekoeld. Daartoe is in  
5 het getoonde voorbeeld de warmtestroommeter 300 op de bovenzijde van het koelelement 2 bevestigd. De warmtestroommeter 300 heeft aan een van het koelelement 2 afgekeerde bovenzijde een condensatieoppervlak 301, waarvan de temperatuur gemeten kan worden door een temperatuursensor 303. De temperatuur van het condensatieoppervlak kan worden gevarieerd door  
10 met een elektrische verwarming 302 warmte aan het oppervlak 301 toe te voeren. De warmtestroommeter is communicatief verbonden met een circuitingang 501 van een signaalverwerkend circuit 500. De warmtestroommeter 300 kan middels deze verbinding een signaal dat de gemeten warmtestroom representeert overdragen aan het signaalverwerkend circuit 500. De ver-  
15 warming 302 wordt door een verwarmingsregelaar 505 in het signaalverwerkend circuit 500 aangestuurd met een zaagtandvormig signaal, zodat het aan het oppervlak 301 toegevoegde vermogen eveneens zaagtandvormig varieert.

Het signaalverwerkend circuit 500 omvat een fasevertragend element  
20 502 waarvan een ingang is verbonden met de circuitingang 501. Een uitgang van het fasevertragend element 502 is verbonden met een negatieve ingang van een differentiecircuit 503. Een positieve ingang van het differentiecircuit 503 is direct verbonden met de circuitingang 501. Het differentiecircuit 503 bepaalt hierdoor het verschil tussen het signaal uit de warm-  
25 testroommeter en een in fase verschoven signaal. Het verschilsignaal wordt middels een uitgang van het differentiecircuit 503 afgegeven aan een detectie circuit 504. In het getoonde voorbeeld, kan het differentiecircuit een, eenvoudige, substractie operatie uitvoeren, maar het verschilsignaal kan ook op andere wijze worden bepaald, zoals bijvoorbeeld met een correlatie-  
30 methode.

Het detectiecircuit 504 kan de aanwezigheid bepalen van sprongen in het verschilsignaal. Zoals hiervoor is uitgelegd zal bij een faseovergang een sprong in het verschilsignaal optreden, zodat de faseovergang gedetecteerd kan worden. De temperatuur van het condensatieoppervlak 301 op het moment van de faseovergang kan dan met de temperatuursensor 303 worden bepaalt, waardoor de temperatuur van de faseovergang kan worden gemeten.

Fig. 5 toont een derde voorbeeld van een uitvoeringsvorm van een inrichting of sensor volgens de uitvinding. De sensor 12 omvat een koelelement 2 dat thermisch in contact staat met een tweetal warmtestroommeters 330,340. Tussen de warmtestroommeters 330,340 en het koelelement 2 bevindt zich een thermisch geleidend drager 335. De thermisch geleidende drager 335 kan uit elk geschikt materiaal zijn vervaardigd, zoals bijvoorbeeld aluminium. De warmtestroommeters 330,341 hebben elk aan een van de drager 335 afgekeerde zijde een condensatieplaat 331,341, die van een geschikt materiaal is, zoals bijvoorbeeld een metaal. De condensatieplaten 331,341 zijn beide voorzien van een verwarmingselement 332,342. Elk van de warmtestroommeters 330,340 omvat tussen de condensatieplaat 331 resp. 341 en de drager 335 koper-constantaan thermozuulband 334,344 dat is ingegoten in HT-epoxy. Toepassing van dergelijk thermozuulband in een warmtestroommeter is als zodanig bekend uit H. Blokland, F. de Graaf, "Sensor for measuring convective and radiative heat flux", TEMPMEKO 2001. Op de thermisch geleidende drager 335 bevindt zich een temperatuursensor 333 die de temperatuur van de drager meet.

Over het thermozuulband 334,344 ontstaat een spanningsval bij een temperatuurverschil tussen de condensatieplaat 331 resp. 341 en de thermisch geleidende drager 335. De temperatuur op de condensatieplaten 331,341 kan worden afgeleid door uitgaand van de elektrische spanning over het thermozuulband het temperatuurverschil tussen de drager 335 en

de betreffende condensatieplaat 331 respectievelijk 341 te bepalen en dit temperatuurverschil met de temperatuur van de drager 335 te combineren.

5 In het voorbeeld van fig. 5 is de thermisch geleidende drager uitgevoerd als een aluminium strip van 10 mm bij 20 mm bij 3 mm. De condensatieplaten zijn van metaal, in het getoonde voorbeeld van aluminium, maar andere metalen zijn ook mogelijk zoals bijvoorbeeld thermisch goed materialen zoals koper, goud, zilver of anderszins. De condensatieplaten hebben de afmetingen 10 mm bij 10 mm bij 0,3 mm. De warmtestroommeters zijn 6 mm in diameter en 0,5 mm dik.

10 Het koelelement kan van elk geschikt type zijn. Het koelelement kan bijvoorbeeld zijn uitgevoerd als een peltierelement, een geleiding voor een extern gekoelde vloeistof of een smeltmateriaal dat een smeltpunt heeft dat onder de te meten dauwpuntstemperatuur ligt.

15 De hiervoor beschreven voorbeelden van inrichtingen volgens de uitvinding zijn in het bijzonder geschikt voor het bepalen van het dauwpunt van een gas. In combinatie met de temperatuur van het gas, kan de dauwpuntstemperatuur worden gebruikt om de relatieve vochtigheid van het gas te bepalen. De relatieve vochtigheid is een belangrijke parameter bij veel industriële processen, zoals het bakken van deegwaren of het vervaardigen van keramisch materiaal. Voor een optimaal verloop dient de relatieve vochtigheid dan zo goed mogelijk gemeten en/of ingesteld te worden. Met een inrichting volgens de uitvinding kan het dauwpunt en/of de dauwpuntstemperatuur met grote precisie worden bepaald, waardoor ook de relatieve vochtigheid nauwkeurig bepaald kan worden. De uitvinding is echter niet  
20 beperkt tot het bepalen van het dauwpunt, maar kan ook worden toegepast voor het bepalen van fase-overgangen in andere toepassingen, zoals bijvoorbeeld de condensatie van gassen, het verdampen van vloeistoffen of het smelten of stollen van materialen.

30 Fig. 6 toont een stroomschema van een voorbeeld van een werkwijze volgens de uitvinding. In een eerste stap 600 wordt, op een tijdstip  $t$ , de

warmtestroom gemeten uit de stof waarvan de faseovergang moet worden gedetecteerd. Deze meting resulteert in een eerste meetsignaal  $q_0(t)$ . In een tweede stap 610 wordt een in fase verschoven meetsignaal  $q_r$  gegenereerd. Het faseverschoven meetsignaal heeft een faseverschil  $\varphi$  ten opzichte van het eerste meetsignaal  $q_0$  en is voor het overige in hoofdzaak gelijk aan het eerste meetsignaal. In een derde stap 611 wordt een verschilsignaal  $\Delta q$  bepaald, dat het verschil tussen het eerste meetsignaal  $q_0$  en het faseverschoven meetsignaal  $q_r$  op het tijdstip  $t$  weergeeft. In een vierde stap 612 wordt het verschilsignaal  $\Delta q$  getoetst aan een bepaald criterium, zoals bijvoorbeeld in het getoonde voorbeeld op de aanwezigheid van pieken in het verschilsignaal. Andere criteria, zoals bijvoorbeeld de grootte van het verschilsignaal, de periode of frequentiecomponenten van het verschilsignaal of de aanwezigheid van stapsgewijze of discontinue overgangen kunnen ook worden gebruikt om de faseovergang te signaleren. Als het verschilsignaal een piek vertoont, wordt in stap 613 een faseovergang gesignaleerd, waarna in stap 614 de temperatuur waarbij de faseovergang optreedt wordt gemeten. Na het signaleren van de faseovergang in stap 613 kan de werkwijze worden herhaald door stap 600 weer uit te voeren. Indien geen piek gevonden wordt in het verschilsignaal wordt er geen faseovergang gesignaleerd, en kan de werkwijze eveneens worden herhaald, desgewenst met een gewijzigd meet-

5  
10  
15  
20

Het faseverschil tussen het eerste meetsignaal en het fase verschoven signaal kan elke geschikte waarde hebben. Als het faseverschil relatief klein, bijv. kleiner dan 1 radiaal, zoals bijvoorbeeld kleiner dan of gelijk aan een vertraging van 0,5 seconden bij een periode van 10 seconden, is de relatieve verandering in het verschilsignaal bij een faseovergang groot en dus gemakkelijk te detecteren. Het faseverschil kan ook zodanig zijn dat de signalen vrijwel in antifase ten opzichte van elkaar zijn, bijvoorbeeld een verschuiving van 4,5 seconden bij een periode van 10 seconden. Een faseover-

25

gang geeft dan eveneens een relatieve verandering van het verschilsignaal die groot en dus makkelijk te detecteren is.

De uitvinding is niet tot de beschreven voorbeelden beperkt. Na lezing van het voorgaande liggen verschillende modificaties voor de vakman  
5 voor de hand. In het bijzonder ligt het voor de hand om de sensor met meerdere warmtestroommeters uit te voeren. Eveneens ligt het voor de hand om de verwarmingselementen met andersoortige signalen aan te sturen, zoals bijvoorbeeld blokgolven.

CONCLUSIES

1.     Werkwijze voor het bepalen van een faseovergang van een stof, omvattende:  
het genereren van een eerste meetsignaal door het meten van een stofwaartse warmtestroom;
- 5     het genereren van een ten opzichte van het eerste meetsignaal in fase verschoven meetsignaal;  
het bepalen van een verschilsignaal tussen het eerste meetsignaal en het faseverschoven meetsignaal en  
het bepalen van de faseovergang indien een eigenschap van het verschilsignaal aan een vooraf bepaalde voorwaarde voldoet.
- 10
2.     Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij het generen van het eerste meetsignaal omvat:  
het variëren van een temperatuur van een eerste oppervlak;
- 15     het meten van een warmtestroom vanuit de stof naar het eerste oppervlak en waarbij het generen van het faseverschoven meetsignaal omvat:  
het variëren van een temperatuur van een tweede oppervlak, welk variëren in fase verschoven is ten opzichte van het variëren van de temperatuur van het eerste oppervlak;
- 20     het meten van een warmtestroom vanuit de stof naar het tweede oppervlak.
3.     Werkwijze volgens conclusie 2, waarbij het variëren van de temperatuur van ten minste een der genoemde oppervlakken omvat:  
opwarmen van het oppervlak middels een verwarmingselement dat nabij
- 25     het oppervlak ligt;  
afkoelen van het oppervlak middels een koelelement, dat thermisch met het oppervlak is verbonden en op afstand van het oppervlak ligt.



4.      Werkwijze volgens conclusie 3, waarbij meten van de warmtestroom  
omvat: meten van een warmtestroom van het oppervlak naar het koelele-  
ment.
- 5      5.      Werkwijze volgens conclusie 3 of 4, waarbij het  
afkoelen van het oppervlak omvat:  
op een constante temperatuur houden van ten minste een deel van het koel-  
element;  
en waarbij het opwarmen van het oppervlak omvat:  
10      variëren van door het verwarmingselement naar het oppervlak toegevoerde  
thermische energie; en waarbij het afkoelen en het opwarmen van het op-  
pervlak ten minste deels gelijktijdig worden uitgevoerd.
- 15      6.      Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, waarbij de fase-  
overgang de overgang van de gasvormige fase naar de vloeibare fase van de  
stof is.
- 20      7.      Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, waarbij de werk-  
wijze wordt toegepast voor het bepalen van het dauwpunt van een gas.
- 25      8.      Inrichting voor het bepalen van een faseovergang van een stof,  
omvattende:  
een warmtestroommeter voor het meten van een stofwaartse warmtestroom,  
welke warmtestroommeter een meteruitgang heeft voor het afgeven van een  
eerste meetsignaal dat een maat vormt voor de waarde van de gemeten  
warmtestroom;  
middelen voor het genereren van een in fase verschoven meetsignaal;  
een verschil bepalend element voor het bepalen van een verschilsignaal op  
basis van het eerste meetsignaal en het in fase verschoven meetsignaal; en

middelen voor het detecteren van de faseovergang op basis van het verschil-signaal.

9. Inrichting volgens conclusie 8, omvattende:

- 5 een eerste verwarmingsselement;  
een eerste warmtestroommeter die thermisch is verbonden met het eerste  
verwarmingsselement  
de middelen voor het genereren van een in fase verschoven meetsignaal om-  
vatten:  
10 een tweede warmtestroommeter en  
een tweede verwarmingsselement dat thermisch is verbonden met de tweede  
warmtestroommeter, welk eerste en tweede verwarmingsselement zijn ver-  
bonden met een regelcircuit dat in gebruik het tweede verwarmingsselement  
ten opzichte van het eerste verwarmingsselement in fase verschoven aan-  
15 stuurt.

10. Inrichting volgens conclusie 8, waarin de middelen voor het genereren  
van een in fase verschoven meetsignaal een elektronische circuit omvatten,  
welke elektronisch circuit ten minste omvat:

- 20 een faseverschuivend element dat met een uitgang van de warmtestroom-  
meter is verbonden;  
een combineerelement met  
een eerste ingang die is verbonden met een uitgang van het fasever-  
schuivend element en  
25 een tweede ingang die is verbonden met de uitgang van de warmte-  
stroommeter,  
een uitgang waaraan een verschilsignaal van aan de ingangen aange-  
boden signalen wordt verschaft, waarbij een van de ingangen een ne-  
gatieve ingang is en een ander van de ingangen een positieve ingang  
30 is;

en welk circuit verder omvat:

een detectie-element dat met de uitgang van het combineerelement is verbonden voor het detecteren van een vooraf bepaalde eigenschap van het verschilsignaal.

Fig. 1

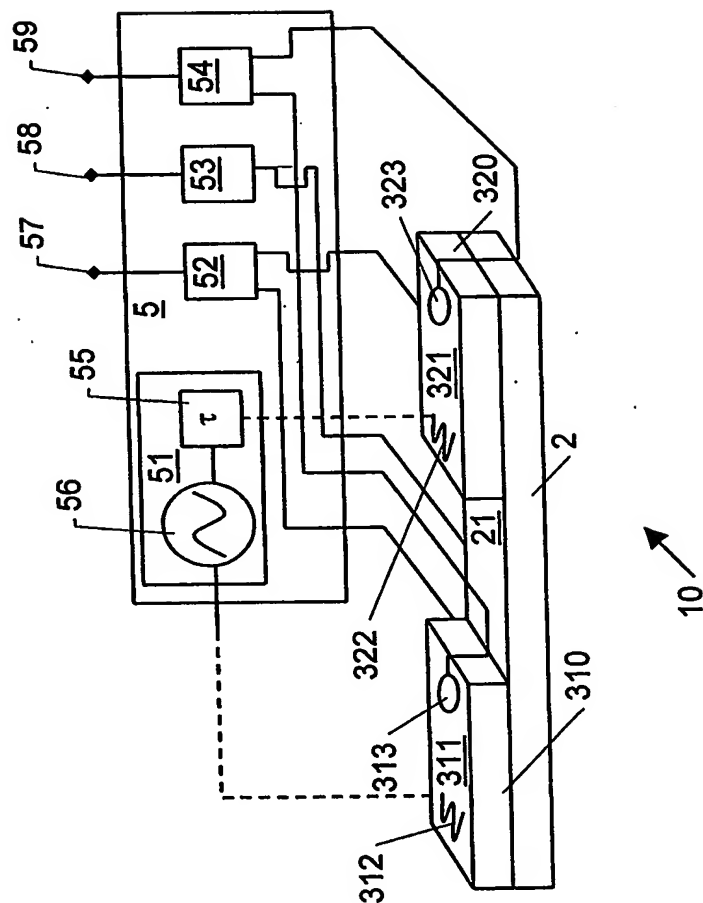


Fig. 2

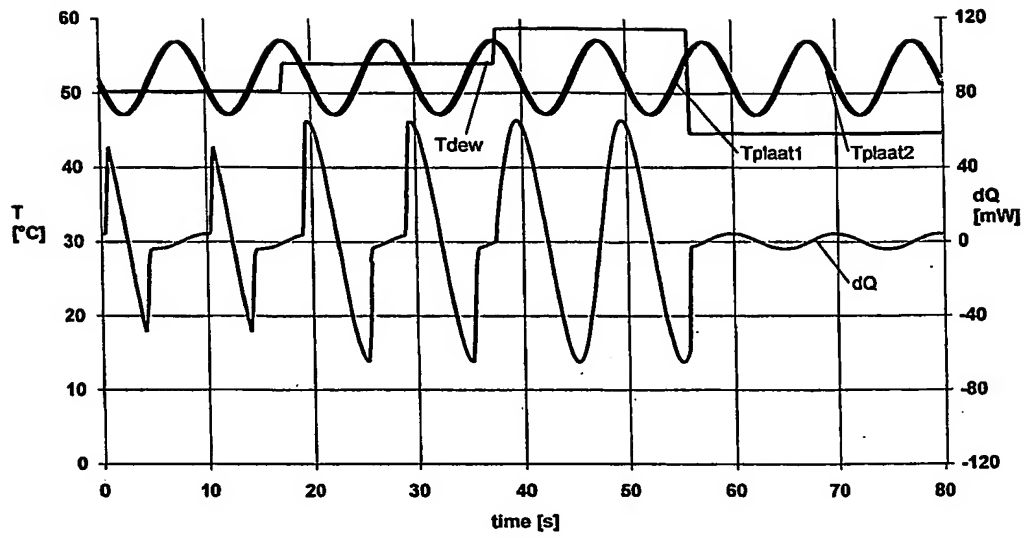


Fig. 3

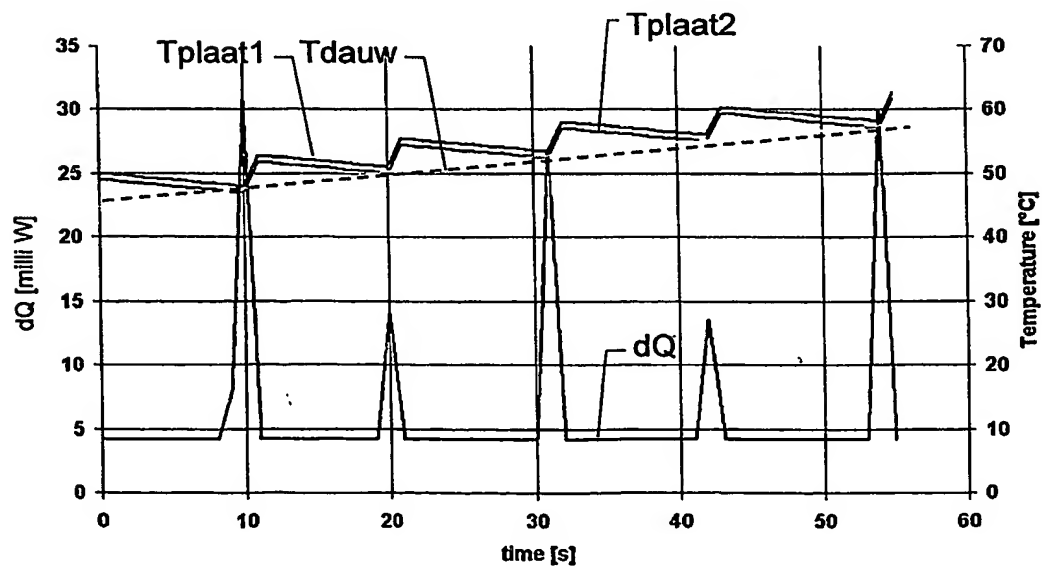


Fig. 4

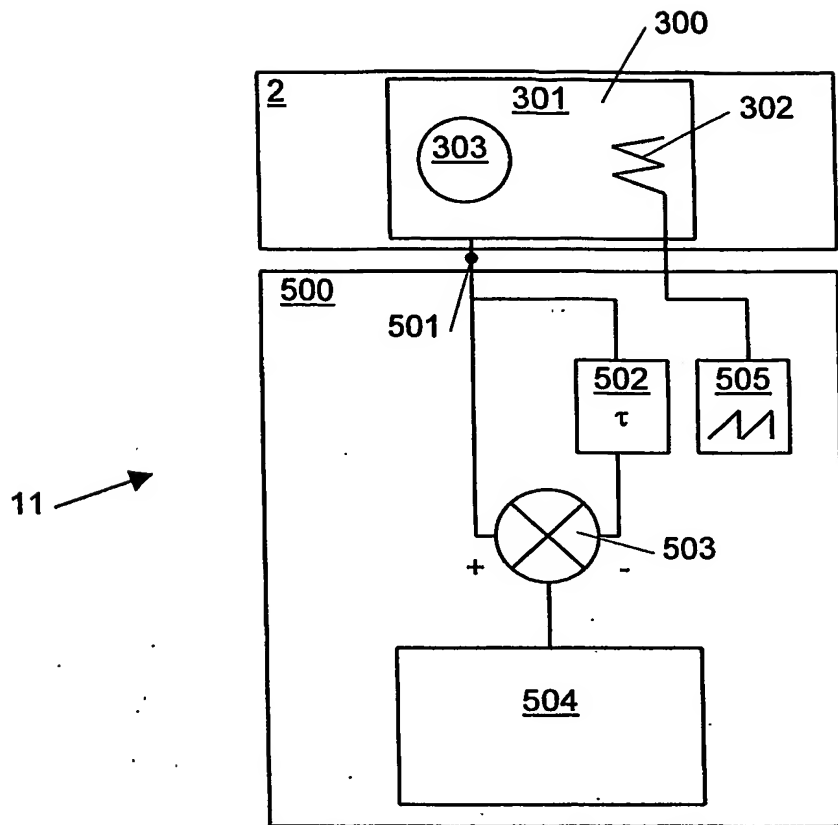


Fig. 5

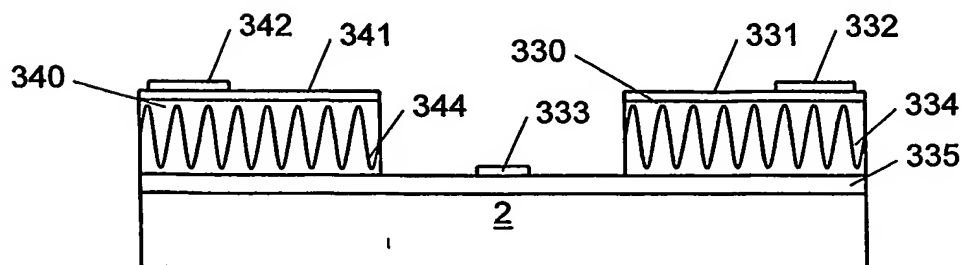


Fig. 6

